

احتراق تجربی ابر ذرات

مؤلفین:

مهدی بیدآبادی

سعید رضا زاد سیرجان

میلاد رمضان پور

www.ketab.ir

سرشناسه	بیدآبادی، مهدی، ۱۳۳۸ -
عنوان و نام پدیدآور	احتراق تجربی ابر ذرات/مولفین مهدی بیدآبادی، سعیدرضا زادسیرجان، میلاد رمضانپور.
مشخصات نشر	تهران: آرنا، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	۳۹۳ص: ۱۴/۲۱×۵/۵س.م
شابک	978-600-356-198-4
وضعیت فهرست نویسی	فیا
موضوع	احتراق
موضوع	ذره ها
موضوع	مهندسی احتراق
موضوع	احتراق -- الگوهای ریاضی
شناسه افزوده	زادسیرجان، سعیدرضا، ۱۳۴۷ -
شناسه افزوده	رمضانپور، میلاد، ۱۳۷۰ -
رده بندی کنگره	۱۳۹۳۵۱۶QD ۱۲۷ الف.ب/۹
رده بندی دیویی	۳۶۱/۵۴۱
شماره کتابشناسی ملی	۳۷۳۸۴۲



نشر آرنا

عنوان	احتراق تجربی ابر ذرات
مولفین	مهدی بیدآبادی، سعیدرضا زادسیرجان، میلاد رمضانپور
ناشر	آرنا
ناظر چاپ	مهدی اکبری
چاپ	اول ۱۳۹۳
شمارگان	۱۰۰۰ نسخه قیمت: ۱۳۰۰۰ تومان
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۳۵۶-۱۹۸-۴

www.arnapub.com

فهرست مطالب

پیش گفتار ۹

فصل ۱: اندازه گیری سرعت شعله‌ی آرام و نفوذی ۱

مقدمه ۲

۱-۱- سرعت شعله‌ی آرام ۲

۱-۱-۱- تنوری مالارد و لثاتلیه ۷

۱-۱-۲- شعله‌ی آرام و معادله‌ی انرژی ۱۲

۱-۱-۳- روش‌های تشخیص شعله ۱۳

۱-۱-۴- سرعت شعله ۲۱

۱-۱-۵- بررسی شعله‌ی کروی ۲۲

۱-۱-۶- روش‌های اندازه گیری سرعت شعله ۲۵

۱-۱-۷- حدود پایداری شعله‌های آرام ۳۶

۱-۲- شعله نفوذی ۳۷

۱-۲-۱- جت‌های سوختی گازی شکل ۴۱

۱-۲-۱-۱- شکل ظاهری ۴۳

۱-۲-۱-۲- ساختمان شعله‌ی نفوذی ۴۳

جمع‌بندی ۴۶

منابع ۴۶

فصل ۲: بررسی پارامترهای مشخصه‌ی فیزیکی و قابل اندازه‌گیری در جریان‌های

حاقی ذرات ریز ۴۹

مقدمه ۵۰

۱-۲- ابر ذرات فلزی ۵۱

۶۳	۲-۲- ابر ذرات زغال سنگ
۶۷	۲-۲-۱- مدل ۳ مرحله‌ای برای انتشار شعله‌ی ابر ذرات زغال سنگ
۷۲	۲-۲-۲- خلاصه‌ای از مشاهدات تجربی در شعله‌ی آرام ابر ذرات زغال سنگ در هوا و در فشار جو
۷۴	۲-۳- ذرات آلی
۸۴	۲-۴- تفاوت بین شعله‌ی پیش آمیخته گاز و شعله‌ی ابر ذرات
۹۰	جمع‌بندی
۹۰	منابع

فصل ۳: وسایل اندازه‌گیری

۹۷	مقدمه
۹۷	۳-۱- اندازه‌گیری دما
۹۸	۳-۱-۱- باریومتر
۱۰۱	۳-۱-۲- گرماسنجی ابتدایی
۱۰۱	۳-۱-۳- دمانگاری
۱۰۴	۳-۱-۴- تفاوت بین فیلم مادون قرمز و دمانگاری
۱۰۵	۳-۱-۵- ترموکوپل
۱۰۶	۳-۱-۵-۱- مکانیزم عمل ترموکوپل
۱۰۹	۳-۱-۵-۲- کیفیت کار یک ترموکوپل
۱۱۱	۳-۱-۵-۳- خواندن دما در ترموکوپل
۱۱۴	۳-۱-۵-۴- انواع ترموکوپل
۱۱۶	۳-۱-۵-۵- مورد کاربرد ترموکوپل‌ها
۱۱۹	۳-۲- سرعت‌سنجی
۱۲۰	۳-۲-۱- بادسنج فنجانی
۱۲۱	۳-۲-۲- سرعت سنج آسیاب بادی
۱۲۱	۳-۲-۳- سرعت سنج سیم گرم

۱۲۴	۳-۲-۴- سرعت سنج دما ثابت
۱۲۴	۳-۲-۵- سرعت سنج جریان ثابت
۱۲۵	۳-۲-۶- سرعت سنج لیزر داپلر
۱۲۷	۳-۲-۶-۱- اصول سرعت سنج لیزر داپلر
۱۳۱	۳-۲-۷- بادسنج صوتی
۱۳۳	۳-۲-۸- اندازه گیری سرعت بوسیله عکس برداری از ذرات
۱۳۵	۳-۲-۸-۱- اصول اندازه گیری سرعت بوسیله عکس برداری از ذرات
۱۳۷	۳-۲-۸-۲- ویژگی های اندازه گیری سرعت بوسیله عکس برداری از ذرات
۱۳۸	۳-۲-۹- آنالیز دینامیکی ذره
۱۴۰	۳-۲-۹-۱- اصول آنالیز دینامیکی ذره
۱۴۳	۳-۳- اندازه گیری فشار
۱۴۵	۳-۱-۳- استوانه ای رزونانسی
۱۴۷	۳-۲-۲- سنسور خازنی
۱۴۸	۳-۳-۳- فشارسنج پیزوالکتریک
۱۵۲	۳-۴-۳- فشارسنج پیزورسیستو
۱۵۴	۳-۵-۳- فشارسنج های غشیه ای کپسولی
۱۵۵	۳-۶-۳- فشارسنج های کششی
۱۵۵	۳-۷-۳- مانومترهای خازنی
۱۵۶	۳-۸-۳- فشارسنج مک لئود
۱۵۸	۳-۹-۳- فشارسنج های روتور جرخشی
۱۶۰	۳-۱۰-۳- فشارسنج های پیرانی
۱۶۲	۳-۱۱-۳- فشارسنج های ترموکوبلی
۱۶۳	۳-۱۲-۳- یونیزاسیون کاند سرد
۱۶۵	۳-۱۳-۳- فشارسنج های یونی و یا یونیزاسیون کاند گرم
۱۶۸	جمع بندی
۱۶۹	منابع

فصل ۴: ابزار احتراق در جاذبه‌ی کم..... ۱۷۲

مقدمه ۱۷۳

۴-۱- علت تاثیر جاذبه بر احتراق ۱۷۴

۴-۲- شعله‌ی شمع ۱۷۵

۴-۳- تحقیقات پیرامون احتراق فلز با جاذبه‌ی کم ۱۸۲

۴-۳-۱- راه برای رسیدن به جاذبه کم ۱۸۹

۴-۴- ابزارهای ایجاد جاذبه کم ۱۹۱

۴-۴-۱- برج سقوط آزاد ۱۹۳

۴-۴-۲- راکت اکتشافی ۱۹۹

۴-۴-۳- ساختار راکت اکتشافی ۲۰۰

۴-۴-۴- مزایای راکت‌های اکتشافی ۲۰۱

۴-۴-۳- نمونه‌ای از کاربرد راکت اکتشافی ۲۰۲

۴-۴-۳- پرواز سهمی ۲۰۴

جمع‌بندی ۲۰۸

منابع ۲۰۹

فصل ۵: آزمایش‌های احتراقی..... ۲۱۳

مقدمه ۲۱۴

۵-۱- احتراق قطرات / اسپری ۲۱۵

۵-۱-۱- اندازه‌گیری دمای شعله و دوده با استفاده از روش دو رنگ ۲۱۹

۵-۱-۱-۱- نظریه‌ی روش دو رنگ ۲۲۰

۵-۱-۱-۲- سیستم دو رنگ ۲۲۱

۵-۱-۲- تصویربرداری دوده و دما به وسیله‌ی روش دو رنگ ۲۲۳

۵-۱-۲-۱- تصویربرداری دو رنگ با فیلم‌ها ۲۲۴

۵-۱-۲-۲- تجزیه و تحلیل فیلم با کالیبراسیون آفلاین ۲۲۶

۵-۱-۲-۳- تجزیه و تحلیل فیلم با کالیبراسیون آنلاین ۲۳۰

۲۳۳.....	۵-۱-۳- اندازه گیری دمای میدان کامل با استفاده از دوربین های حالت جامد
۲۳۷.....	۵-۱-۴- تشخیص دوده با استفاده از پراکندگی نور
۲۳۸.....	۵-۱-۵- اندازه گیری غلظت دوده توسط روش انقراض نور
۲۳۸.....	۵-۱-۵-۱- قواعد روش انقراض نور
۲۴۶.....	۵-۱-۶- اندازه گیری ذره ی دوده با استفاده از پراکندگی و انقراض
۲۴۹.....	۵-۱-۷- تصویربرداری دوبعدی دوده
۲۵۰.....	۵-۱-۸- لیزر القایی روشنایی سیمایی (LII)
۲۵۳.....	۵-۲- محفظه ی احتراق میکرو
۲۵۸.....	۵-۳- پشرانش زیر آب
۲۵۹.....	۵-۳-۱- سیستم تغذیه ی سوخت
۲۶۲.....	۵-۳-۲- محفظه ی احتراق سیستم پیش ران زیر آب
۲۶۶.....	۵-۳-۳- محفظه ی احتراق زیر آب دانشگاه مریلند
۲۷۰.....	۵-۴- بررسی فاصله ی خاموشی
۲۷۲.....	۵-۴-۱- جزئیات آزمایشگاهی
۲۷۲.....	۵-۴-۱-۱- ذرات
۲۷۳.....	۵-۴-۱-۲- سیستم پخش ذرات
۲۷۵.....	۵-۴-۱-۳- اندازه گیری غلظت ذرات سوختی
۲۷۶.....	۵-۴-۱-۴- فرآیند آزمایشگاهی
۲۷۸.....	جمع بندی
۲۷۹.....	منابع
۲۸۸.....	نمایه

پیش گفتار

احتراق به عنوان قدیمی‌ترین تکنولوژی بشر شناخته می‌شود که به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حال حاضر، حدود ۹۰٪ تأمین انرژی جهانی (به عنوان مثال در عبور و مرور، تولید انرژی الکتریکی، گرمایش و ...) توسط احتراق صورت می‌گیرد؛ بنابراین مطالعه‌ی این پدیده به صورت کلی ارزشمند می‌باشد.

تحقیقات پیرامون احتراق به مکانیک سیالات منتهی شد که شامل گرمای کلی آزادشده به وسیله‌ی واکنش شیمیایی می‌باشد. این آزادسازی انرژی غالباً به سادگی به کمک ترمودینامیک توصیف می‌شود که واکنش شیمیایی سریع نامحدود را فرض می‌نماید. این روش برای طراحی فرآیندهای احتراقی ساکن مفید است، اما در بحث فرآیندهای گذرا نظیر اشتعال و خاموشی و یا شکل‌گیری آلودگی، کافی نمی‌باشد.

احتراق ذرات نیز در حال حاضر، موضوع مورد مطالعه‌ی روز دنیا می‌باشد. به طوری که امروزه و طی چند دهه‌ی اخیر، استفاده از مواد ارگانیک و پس‌مانده‌های جامد جهت تولید سوخت‌های پاک برای حل برخی از مسائل مربوط به انرژی و محیط زیست جهانی، به طور گسترده مورد توجه قرار گرفته است. انرژی موجود در مواد ارگانیک یا به طور مستقیم با استفاده از فرآیند احتراق به صورت گرما آزاد می‌شوند و در شرایط دیگر با تبدیل و بهبود بخشیدن، به صورت سوخت‌های مفید از قبیل گاز و نفت در آمده و یا این‌که در صنایع شیمیایی به شکل محصولاتی پرارزش مورد استفاده قرار می‌گیرند.

از سوی دیگر احتراق ذرات فلزی نیز اکنون کاربرد گسترده‌ای در دنیا دارد و تحقیقات گوناگونی نیز پیرامون این موضوع در آزمایشگاه‌های احتراق مختلف دنیا اعم از مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی، صورت می‌گیرد. احتراق ذرات فلزی با هوا و آب، امکان تأمین انرژی بسیار بالایی را فراهم می‌نماید، در عین این‌که از حیث زیست‌محیطی سوخت‌های فلزی نظیر آلومینیوم و

منیزیم، به عنوان سوخت پاک شناخته می‌شوند که آلودگی را متوجه محیط‌زیست نخواهند ساخت.

این کتاب، بر این محور تهیه شده است که از نقطه نظر تجربی و آزمایشگاهی به مقوله‌ی احتراق، خصوصاً احتراق ابرذرات پردازد. در یک آزمایش احتراقی، ابزارهای مختلفی به منظور اندازه‌گیری پارامترهای احتراقی، اعم از دما، فشار، میزان دوده و ... به کار می‌روند که می‌توانند به صورت مستقیم و تماسی و یا به صورت اپتیکی به کار روند. با توجه به گستردگی روش‌های موجود در اندازه‌گیری واکنش‌های احتراقی، ابزارهای اندازه‌گیری گوناگونی نیز توسط مراکز تحقیقاتی جهانی به کار گرفته می‌شوند. در این کتاب، به معرفی این ابزارها، کیفیت انجام واکنش‌های احتراقی و اندازه‌گیری آن‌ها، معرفی واکنش‌های احتراقی انجام شده در سطح دنیا و ... پرداخته می‌شود. به طور کلی، شمای کلی کتاب را که در قالب ۵ فصل آماده گردیده است، می‌توان به صورت زیر تصویر نمود:

فصل اول

این فصل به اندازه‌گیری سرعت شعله‌ی آرام و نفوذی می‌پردازد. در این فصل، ابتدا نظریه‌ی اندازه‌گیری سرعت شعله مطرح می‌شود و سپس روش‌های تشخیص و اندازه‌گیری سرعت شعله، معرفی می‌شوند. به طور کلی هدف از این فصل، بیان تئوریک کیفیت محاسبه‌ی سرعت شعله و روش‌های موجود برای اندازه‌گیری آن می‌باشد.

فصل دوم

این فصل که بررسی پارامترهای مشخصه‌ی فیزیکی و قابل اندازه‌گیری در جریان‌های حاوی ذرات ریز می‌باشد در قالب بخش‌های ابر ذرات فلزی، ابر ذرات زغال سنگ و ذرات آلی، به بیان

آزمایش‌های انجام گرفته در این حوزه‌ها می‌پردازد و نتایج حاصله از این آزمایش‌ها را ارائه می‌دهد.

فصل سوم

فصل سوم که با عنوان وسایل اندازه‌گیری شناخته می‌شود، در سه محور گرماسنجی، سرعت‌سنجی و فشارسنجی، به معرفی ابزارهای مختلف موجود در اندازه‌گیری دما، سرعت و فشار می‌پردازد. در این فصل، سعی بر آن بوده است، که معرفی ابزارهای موجود به صورت جامع بوده باشد و حوزه‌ی عملکردی این ابزارها تحت شرایط گوناگون مشخص شود.

فصل چهارم

در فصل چهارم ابزار احتراق در جاذبه‌ی کم معرفی می‌شوند. انجام واکنش‌های احتراقی در جاذبه‌ی کم بحث بسیار مهمی در حوزه‌ی احتراق می‌باشد که معرفی ابعاد آن، مورد نیاز جدی محققین احتراق می‌باشد. در این فصل، بحث کیفیت ایجاد جاذبه‌ی کم و نظریه‌ی آن مطرح می‌شود، سپس مورد کاربرد آن در شعله‌ی شمع و نتایج حاصله از آزمایش‌های انجام گرفته روی شعله‌ی شمع ارائه می‌شود. تحقیقات انجام گرفته پیرامون احتراق فلز با جاذبه‌ی کم معرفی می‌شوند و در نهایت ابزارهای ایجاد جاذبه‌ی کم معرفی می‌شوند.

فصل پنجم

فصل پنجم که تحت عنوان واکنش‌های احتراقی نام‌گذاری شده است، در قالب چهار آزمایش احتراقی احتراق اسپری، محفظه‌ی احتراق میکرو، پیش‌رانش زیرآب و فاصله‌ی خاموشی، به معرفی کیفیت انجام آزمایش‌های احتراقی، ابزار به‌کار رفته در هر آزمایش، ویژگی ابزارهای مختلف به‌کار رفته در هر آزمایش و تفاوت‌های هر یک از این ابزارها می‌پردازد. استفاده از ابزارهای اپتیکی به منظور شناسایی دما در واکنش‌های احتراقی با توجه به سخت‌بودن استفاده از

ابزارهای اندازه‌گیری تماسی، در این فصل به طور کامل شرح داده می‌شود. ابزارهای موجود به منظور پاشش سوخت معرفی می‌شوند و کیفیت انجام واکنش‌ها نیز شرح داده می‌شوند.

www.ketab.ir